

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, МЕХАНИКИ И ОПТИКИ**

ИНСТИТУТ ХОЛОДА И БИОТЕХНОЛОГИЙ



Т.Е. Бурова

**ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ
ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ**

Лабораторный практикум

Учебно-методическое пособие



Санкт-Петербург

2014

УДК 664.8.037

Бурова Т.Е. Основы технологии пищевых продуктов. Лабораторный практикум: Учеб.-метод. пособие / Под ред. А.Л. Ишевского. – СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2014. – 53 с.

Изложены теоретические положения, цели и задания для выполнения лабораторных работ.

Учебно-методическое пособие по дисциплинам «Основы технологии пищевых производств» и «Основы технологии пищевых продуктов» предназначено для выполнения лабораторных работ № 3–5 бакалаврами направлений 260100.62 Продукты питания из растительного сырья и 260200.62 Продукты питания животного происхождения всех форм обучения.

Рецензент: канд. техн. наук Р.А. Диденко

**Рекомендовано к печати редакционно-издательским советом
Института холода и биотехнологий**



В 2009 году Университет стал победителем многоэтапного конкурса, в результате которого определены 12 ведущих университетов России, которым присвоена категория «Национальный исследовательский университет». Министерством образования и науки Российской Федерации была утверждена программа его развития на 2009–2018 годы. В 2011 году Университет получил наименование «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики».

© Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, 2014

© Бурова Т.Е., 2014

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ВОДЫ И СУХИХ ВЕЩЕСТВ В СЫРЬЕ

1. Теоретические положения

Вода – важная составляющая пищевых продуктов. Она присутствует в растительных продуктах как клеточный и внеклеточный компонент, как диспергирующая среда и растворитель, обуславливая их консистенцию и структуру и влияя на внешний вид, вкус и устойчивость продуктов при хранении. Для каждого вида и сорта существует характерный минимум содержания воды, который доводит его ткани до состояния тургора, при котором осмотическое давление в клетках достигает нескольких сот кПа. Тургорное состояние клеток плодов и овощей непосредственно связано с товарным качеством продукции. При снижении тургора лишь на 5–7 % (у зеленых на 2–3 %) утрачивается один из важнейших показателей товарного качества – сочность (свежесть).

1.1. Содержание воды и сухих веществ в растительном сырье

Вода является доминирующим химическим компонентом для большинства видов растительного сырья. Обычно она составляет 80–90 % их свежей массы, но может быть и больше (огурцы, кабачки и др.). Остальная часть (10–20 %) представлена сухими веществами, которые в свою очередь подразделяются на растворимые (в воде) и нерастворимые (табл. 1).

Растворимые сухие вещества находятся в клеточном соке, таким образом, в состав плодов и овощей входит не просто вода, а клеточный сок – вода с растворенными в ней питательными и физиологически активными веществами – углеводами, азотистыми веществами, витаминами, минеральными солями, ароматическими веществами. Содержание растворимых сухих веществ колеблется от 5 до 18 %.

Нерастворимые сухие вещества составляют, главным образом, клеточные стенки и механические элементы тканей – клетчатка, гемицеллюлоза, протопектин, а также нерастворимые азотистые, мине-

ральные вещества, крахмал, жирорастворимые пигменты и др. Содержание нерастворимых сухих веществ в овощах и плодах невелико, в среднем от 2 до 5 %.

Таблица 1

Содержание нерастворимых и растворимых сухих веществ в плодах

Плоды	Доля сухих веществ, %	
	нерастворимых	растворимых
Яблоки	3,03	15,53
Груши	5,24	15,43
Айва	6,42	12,46
Рябина	8,11	19,46
Абрикосы	2,65	11,50
Персики	3,00	14,21
Сливы	2,17	14,29
Вишни	2,08	15,19
Черешня	2,15	16,98
Крыжовник	4,65	9,65
Смородина красная	6,35	9,05
Смородина черная	8,02	14,65
Брусника	4,20	13,24
Клюква	4,40	7,61
Земляника	1,90	7,00
Малина	5,98	9,42
Ежевика	6,19	10,18

Находящаяся в плодах и овощах вода неравномерно распределена по тканям. В покровных тканях (кожуре) ее меньше, чем в паренхиме (мякоти). Примером могут служить цитрусовые плоды, у которых кожура составляет от 20 до 40 % их массы. Так, в кожуре мандаринов среднее количество воды 74,7 %, в мякоти – 87,2 %.

Содержание воды в рисе, пшенице, фасоли, арахисе не превышает 20 %, поэтому процессы метаболизма в таких продуктах приостановлены. Для того, чтобы они активизировались, содержание воды должно быть существенно увеличено.

Важно отметить, что имеет значение не только общее содержание влаги, а наличие доступной влаги для превращений. Поэтому говорят о наличии в растительном сырье свободной и связанной влаги.

Большая часть воды в свежих плодах и овощах находится в свободной, подвижной форме. Свободная влага – это влага, не связанная с полимерными компонентами и доступная для протекания биохимических, химических и микробиологических реакций, замерзающая при 0 °С.

На долю связанной влаги приходится незначительное количество – не более 5 %. Связанная влага – это ассоциированная вода, прочно связанная с различными компонентами: белками, липидами и углеводами за счет химических и физических связей. По этой причине сравнительно легко высушить плоды и овощи до влажности от 10 до 12 %. Дальнейшее удаление воды, т. е. уменьшение ее содержания на каждый процент (особенно после 5 %), сопряжено с определенными трудностями и может быть достигнуто лишь с помощью специальных методов сушки. То же наблюдается при замораживании плодов и овощей, когда большая часть воды переходит в лед при температуре около –5 °С, а для замерзания температуру нужно понизить до –40 °С и даже ниже –50 °С.

Высокое содержание влаги отрицательно сказывается на стабильности растительного сырья в процессе хранения в охлажденном состоянии. Испарение воды в тканях плодов и овощей – основная причина уменьшения их массы при хранении. В среднем 2/3 всей убыли массы растительного сырья при хранении происходит за счет испарения воды и 1/3 – за счет расходования органических веществ. Например, при хранении корнеплодов моркови в течение 6 мес потери массы составляют 7,3 %, из которых на испарение воды приходится 5,2 %, а на расход органических веществ в процессе дыхания – 2,1 % (табл. 2). Это положение справедливо для хранения плодов и овощей при сравнительно низких температурах – до 5 °С. Повышение температуры хранения приводит к усилению процесса дыхания, а следовательно, и к увеличению потерь массы за счет расхода органических веществ. Так, потери массы клубней при температуре 0 °С за счет испарения воды в 3 раза больше, чем в результате дыхания, а при 13 °С больше только в 1,3 раза. Кроме того, испарение воды сопровождается ослаблением тургора клеток и увяданием тканей, в результате чего устойчивость плодов и овощей к поражению микроорганизмами заметно снижается.

Испарение воды наиболее интенсивно происходит в послеуборочный период, чем объясняется повышенная естественная убыль

в этот период, обусловленная продолжающимся процессом формирования покровных тканей. Увеличение выделения влаги овощами отмечается при выходе из состояния покоя и подготовкой к прорастанию.

Таблица 2

**Выделение влаги овощами при оптимальных условиях хранения,
г/(т·ч)**

Период хранения	Свекла, брюква, редька	Морковь, петрушка	Капуста белокочанная	Лук репчатый
Сентябрь	20,8	26,0	–	20,8
Октябрь	12,5	23,9	33,4	13,5
Ноябрь	9,4	13,5	23,4	11,4
Декабрь	7,3	8,3	8,9	6,2
Январь	6,2	7,2	11,1	8,2
Февраль	8,2	7,2	13,3	8,2
Март	8,2	8,3	13,3	8,2
Апрель	8,2	10,4	14,5	8,2
Май	10,4	12,5	18,7	8,3
Июнь	12,5	25,0	–	17,7
Июль	19,8	–	–	26,1
Среднее	10,7	14,2	16,8	11,7

Потери влаги при хранении плодов и овощей можно определить не только экспериментально, но и расчетным путем, считая, что 75–85 % общей убыли массы приходится на потери воды, а 25–15 % – на потери сухих веществ в процессе дыхания. Например, убыль массы капусты составила 6 %, а содержание сухих веществ снизилось с 8,8 до 8,0 %. Расчет будем вести на партию капусты массой 100 кг. В начале эксперимента в капусте содержалось

$$\frac{100 \cdot 8,8}{100} = 8,8 \text{ кг сухого вещества,}$$

а в конце

$$\frac{(100 - 6) \cdot 8}{100} = 7,52 \text{ кг.}$$

Таким образом, из общей убыли массы 6 кг (100 %) на долю потерь сухого вещества приходится $8,8 - 7,52 = 1,28$ кг (21,3 %), на долю воды – $6 - 1,28 = 4,72$ кг (78,7 %). Интенсивность потерь влаги, рассчитанная указанным способом, оказывается достаточно высокой.

Однако следует учесть, что испаряется свободная влага, а связанная в наименьшей степени способна поддерживать протекание гидролитических реакций и рост микроорганизмов, т. е. процессов, приводящих к порче сырья и продуктов питания. Для характеристики влияния влаги на порчу продукта был введен термин «активность воды (a_w)» – отношение давления паров воды над данным продуктом (P_w) к давлению паров над чистой водой (P_0) при одной и той же температуре.

Существуют и другие факторы (концентрация кислорода, pH, подвижность воды, тип растворенного вещества), которые в ряде случаев могут оказывать более сильное влияние на процесс порчи продукта. Тем не менее водная активность хорошо коррелирует со скоростью многих разрушительных реакций, она может быть измерена и использована для оценки состояния воды в пищевых продуктах и ее причастности к химическим и биологическим изменениям.

Большое влияние на величину испарения влаги хранящимися плодами и овощами оказывает содержание влаги в камере хранения: чем выше дефицит влаги в среде, тем больше влагопотери. Поэтому при хранении стараются поддерживать высокую относительную влажность воздуха: для большинства плодов и овощей – от 90 до 95 %. Для чувствительных видов, таких как зеленные овощи, листовые разновидности капусты, сорта яблок с тонкой кожурой и слабо выраженным восковым налетом, нежные корнеплоды (редис, морковь) и другие, желательно поддерживать относительную влажность на уровне 96–98 %. Для таких видов, как лук, тыква, цитрусовые плоды, относительную влажность снижают до 80 %, а в некоторых случаях, например, если лук в значительной степени поражен шейковой гнилью, и до 75 %.

При хранении плодов и овощей в охлажденном состоянии могут иметь место колебания температуры, способные привести к подмораживанию. Следует учитывать тот факт, что стабилизатором физических параметров внутритканевых процессов при хранении охлажденного растительного сырья является именно вода. Это обусловлено

тем, что основные теплофизические характеристики воды очень высоки и обеспечивают определенную устойчивость плодоовощной продукции к переохлаждению. Высокая теплоемкость воды (1 ккал/кг) и высокая теплота замерзания (80 ккал/кг) значительно выше теплоемкости других компонентов химического состава плодов и овощей, что способствует предохранению хранящейся продукции от опасных переохлаждений. При этом следует иметь в виду, что плоды и овощи обладают способностью часть энергии дыхания тратить на поддержание необходимого уровня температуры.

Замораживание растительного сырья сопровождается кристаллизацией влаги в клетках и межклеточных пространствах.

Замороженные плоды и овощи претерпевают в процессе хранения изменения, снижающие их качество и связанные с протеканием физических и химических процессов. Основные физические изменения обусловлены рекристаллизацией и сублимацией.

Рекристаллизация наблюдается при колебаниях температуры хранения в пределах, превышающих ± 1 °С. Например, при незначительном повышении температуры сокращается продолжительность хранения персиков, малины, шпината и др. Поддержание в камере постоянной температуры и хранение замороженного продукта в течение соответствующего времени позволяет контролировать процесс рекристаллизации.

Сублимация приводит к потере влаги замороженным продуктом и изменению его внешнего вида. Это явление можно предотвратить, если поддерживать высокую относительную влажность в камерах, создавать ледяную глазурь на поверхности продукта или упаковывать продукты во влагонепроницаемые материалы.

1.2. Содержание воды и сухих веществ в сырье животного происхождения

Вода в организме сельскохозяйственных животных составляет в среднем около 2/3 массы тела. С возрастом количество воды снижается. Распределение воды в тканях различное. В одних тканях ее содержание доходит до 80 % и более, в других – 10 % и менее (табл. 3).

Часть воды находится в свободном состоянии, но основная ее масса – в связанном. Белкам и некоторым другим соединениям присуще коллоидное состояние. Вода в подобных коллоидных системах находится в виде гидратов, сольватов или адсорбатов или же связана

силами набухания. Последний вид связывания воды наиболее важен для характеристики ее в тканях животных.

Сухие вещества сырья животного происхождения представлены, в основном, белками, жирами и углеводами.

Углеводы (моно-, ди- и полисахариды) содержатся в тканях животного в количествах не более 1–2 % массы в пересчете на сухое вещество.

Из моносахаридов следует назвать альдозы и кетозы. Альдозы представлены рибозой, глюкозой, галактозой и глицерозой, кетозы – фруктозой и диоксиацетоном.

Таблица 3

Количество воды в тканях животных, %

Ткань	Количество воды, %	Ткань	Количество воды, %
Зубы	10	Белое вещество мозга	70
Скелет	22	Спинной мозг	69
Жировая ткань	30	Кожа	72
Эластическая ткань	49	Мышцы	76
Хрящевая ткань	55	Селезенка	76
Печень	74	Легкие	78
Соединительная ткань	79	Кровь	79
Сердце	79	Лимфа	95
Почки	83	Желудочный сок	97
Серое вещество мозга	85	Слюна	99

Среди дисахаридов следует упомянуть лактозу (молочный сахар), которая всегда содержится в молоке как продукт синтеза в количестве до 3–6 %. Это единственный дисахарид, образующийся в организме сельскохозяйственных животных.

Полисахарид гликоген называется животным крахмалом, так как он синтезируется организмом животного и откладывается во всех его тканях. Главные места отложения гликогена – печень и мышцы. Количество его в печени может достигать 20 %, в мышцах – 4 % и более по отношению к массе органа.

В тканях сельскохозяйственных животных широко представлены мукополисахариды, которые находятся как в свободном состоянии, так и в виде биокомплексов с белками – мукопротеиды. Из мукополисахаридов наиболее известны гиалуроновая и хондроитинсерная кислоты, гепарин. Гиалуроновая кислота входит в состав биоком-

плексов, играет большую роль в явлениях проницаемости. Хондроитиновая кислота выделена из хрящей, сухожилий и др. Гепарин широко представлен в мышцах, легких, печени, сердце. Очень малые количества гепарина задерживают свертывание крови путем образования соединения с тромбокиназой. Гепарин применяется в медицинской практике как стабилизатор крови и как лечебное средство для предупреждения образования тромбов в сосудах.

В состав сухих веществ сырья животного происхождения входят липиды (жиры). Липиды в тканях животных находятся частично в свободном состоянии, но в большей части в виде соединений с белками и углеводами. Основная масса жиров сосредоточена в жировой ткани (табл. 4).

Таблица 4

Химический состав жировой ткани

Показатели	Содержание, в % от массы ткани		
	Крупный рогатый скот	Свиньи	Овцы
Влага	5–11	3–7	4–11
Белок	1,0–1,8	0,3–1,5	1,0–1,8
Жир	87–94	90–97	87–95

Соотношение химических соединений в жировой ткани значительно варьирует в зависимости от вида, породы, пола и упитанности животного.

Количество нейтральных жиров в тканях животных различно. В одних тканях их очень мало, например, в мышцах содержится не более 0,1 %, тогда как в сальнике может достигать 90 % (табл. 5).

Таблица 5

Распределение нейтральных жиров в организме животных

Название органа	Количество жира, %
Подкожная клетчатка	50
Гениталии	10
Почки	12
Сальник	20
Мышцы	0,8–2
Печень	2–5
Молоко	3–5

Свойства нейтральных жиров в значительной степени зависят от свойств входящих в их состав жирных кислот, которые различаются, прежде всего, числом углеродных атомов, степенью насыщенности, числом ОН-групп в молекуле и т. д. В состав природных жиров могут входить одновременно многие жирные кислоты. Так, например, в масле коровьем было найдено 13 различных жирных кислот, среди которых олеиновой 30 %, пальмитиновой 28,5 %, стеариновой 12 %, миристиновой 12,5 %, остальных – от 3,5 до 0,2 %.

В животных тканях широко распространены стерины – сложные эфиры одноатомного полициклического спирта холестерина с высшей жирной кислотой.

Много холестерина содержится в периферической нервной ткани и головном мозге (до 10–12 %), надпочечниках, лейкоцитах, яичном белке и других тканях. Различают холестерин свободный и связанный (табл. 6).

Таблица 6

Содержание холестерина в печени некоторых животных, %

Животное	Общий холестерин	Свободный холестерин	Связанный холестерин
Овца	0,91	0,37	0,54
Овца	0,81	0,51	0,30
Кролик	0,256	0,199	0,057
Кролик	0,333	0,219	0,114

Свободный холестерин парализует некоторые ферменты организма животных и при нарушении обмена откладывается в тканях как патологический продукт.

В животных тканях широко представлены фосфолипиды – сложные эфиры спиртов и жирных кислот, содержащие также фосфорную кислоту и азотистые основания. Особенно много фосфолипидов найдено в нервной ткани и головном мозге животных, а также в желтке яиц птиц.

Наиболее распространенным среди фосфолипидов является лецитин. Больше всего лецитина в ткани мозга, яичном желтке, почках и т.д. (табл. 7).

Таблица 7

**Содержание лецитина в органах сельскохозяйственных животных
(в % на сухое вещество)**

Орган, ткани	% лецитина	Орган, ткани	% лецитина
Мышцы	2,6	Сердце	5,8
Печень	3,8–4,8	Надпочечники	5,5
Селезенка	4,2	Головной мозг	12,4
Почки	5,2	Спинной мозг	35,2
Легкие	5,9	Желток куриных яиц	6,5–12

Значительную долю сухих веществ животных тканей составляют белки, которые, главным образом, входят в состав мышечной ткани. Количество мышечной ткани в различных видах мяса разное: в говядине – 57–62 %, свинине – 39–58 %, баранине – 49–56 % (табл. 8).

Таблица 8

Содержание белков в животных тканях

Ткань	% от массы свежей ткани	% от массы сухой ткани
Мозг	7,0–9,0	45
Легкие	14,0–15,0	82
Сердце	16,0–18,0	60
Печень	18,0–19,0	57
Селезенка	17,0–18,0	84
Мышцы	18,0–23,0	80

Количество белков в мышечной ткани составляет от 20 до 22 % или 60–80 % сухого остатка мышечной ткани.

Белки мышц разнообразны. В табл. 9 приведен белковый состав скелетной мышцы.

Мышечные белки убойных животных в оптимальных соотношениях содержат незаменимые аминокислоты.

Мышечная ткань птиц составляет 40–45 % от общей массы. Общее содержание белков в мышцах птицы составляет 14–23 % от сырой массы. В зависимости от вида птицы, возраста и др. количество полноценных и легкоперевариваемых белков может варьировать от 15,8 до 24,5 %.

Таблица 9

Белковый состав скелетной мышцы

Белок	Молекулярная масса, <i>D</i>	Содержание, %
Миозин	460000	55–60
Актин (G)	46000	20–25
Тропомиозин	79000	4–6
Комплекс тропонина	76000	4–6
Tn T	37000	
Tn T	21000	
Tn C	18000	
α -Актинин	180000	2–1
Другие (миоген)	Смесь	5–10

Общее содержание белков в мышцах рыб может изменяться от 0,2 до 28,8 %.

1.3. Методы определения содержания воды и сухих веществ

Разработано несколько методов определения влаги и сухих веществ в растительном и животном сырье.

Наиболее совершенным, дающим достоверные результаты является метод определения содержания влаги и сухих веществ путем высушивания навески до постоянной массы в сушильном шкафу при температуре от 100 до 105 °С и атмосферном давлении либо в вакуум-сушильном шкафу и разреженном воздухе. При этом устраняется окисление и разложение компонентов химического состава продукта. Ускоренным методом определения влаги и сухих веществ является высушивание навески до постоянной массы под инфракрасной лампой.

Массовую долю растворимых сухих веществ определяют с помощью рефрактометрического метода. Отдельно можно проводить определение нерастворимых сухих веществ.

Содержание минеральных веществ растительного и животного сырья устанавливают методом озоления.

Определение массовой доли влаги в продукте методом высушивания до постоянной массы

Метод высушивания до постоянной массы заключается в высушивании разрыхленной или распределенной по адсорбирующей поверхности пробы продукта при повышенной температуре и атмосферном давлении.

Перед началом испытания проводится подготовка проб материала и бюкс.

Подготовка проб проводится следующим образом:

1) продукты твердой консистенции измельчают путем двукратного пропускания через мясорубку с минимальным диаметром отверстий; в случае необходимости пробу дополнительно растирают в ступке так, чтобы размеры частиц не превышали 1,5 мм;

2) полужидкие продукты, измельченные до частиц размером менее 1 мм, перемешивают, недостаточно измельченные продукты гомогенизируют;

3) сухие продукты измельчают в герметичной мельнице, кофемолке, не допуская излишнего контакта продукта с воздухом.

Сразу же после приготовления пробу помещают в герметично закрывающийся сосуд, занимая ею не менее $2/3$ его объема.

При подготовке к испытанию в чистые бюксы вносят прокаленный кварцевый песок (масса навески 10–12 г) или фильтровальную бумагу (масса 4–5 г), стеклянные палочки и высушивают вместе с крышками в сушильном шкафу при температуре от 100 до 110 °С в течение 1 ч, охлаждают в эксикаторе около 20 мин и взвешивают. Суммарные затраты времени на взвешивание бюкс не должны превышать 0,5 ч.

Метод высушивания под инфракрасной лампой

Метод сушки лампами инфракрасного излучения позволяет значительно сократить продолжительность процесса. Обычно применяют лампы мощностью 500 Вт. В зависимости от природы растительного материала опытным путем устанавливают массу навески, толщину слоя, продолжительность сушки и др.

Рефрактометрический метод определения растворимых сухих веществ

Метод основан на определении показателя преломления исследуемого раствора.

Определение растворимых сухих веществ в жидких, густых и темноокрашенных продуктах

Жидкие продукты, не содержащие большого количества взвешенных частиц, используют непосредственно для испытания.

Жидкие продукты с содержанием большого количества взвешенных частиц и пюреобразные продукты центрифугируют или через несколько слоев марли, или через слой ваты, или при помощи бумажного фильтра; первые порции отбрасывают, а остальную часть используют для испытания.

Густые продукты, в которых трудно отделить жидкую фазу, и темноокрашенные продукты разбавляют дистиллированной водой не более чем в два раза. При этом измельченную навеску густого продукта массой не менее 40 г, разбавленную водой, выдерживают не менее 15 мин на кипящей водяной бане, затем смесь охлаждают, взвешивают и фильтруют, как указано выше. Темноокрашенные жидкие продукты только перемешивают с водой, определяя массу навески и массу смеси.

Подготовка рефрактометра к работе заключается в следующем. Перед началом работы призмы рефрактометра протирают марлей или ватой, смоченной дистиллированной водой или спиртом, сушат и проверяют установку нуля-пункта по дистиллированной воде при температуре $(20,0 \pm 0,1)^\circ\text{C}$, согласно инструкции по эксплуатации прибора. Если прибор отрегулирован правильно, то граница светотени и три пунктира должны совмещаться с нулевым делением шкалы сухих веществ, а показатель преломления равен 1,3330.

Испытания проводят при температуре от 15 до 25 °С с использованием шкалы, градуированной в единицах показателя преломления. Во время определений температура должна поддерживаться постоянной в пределах $\pm 0,5^\circ\text{C}$. При необходимости включают систему термостатирования призм рефрактометра и регулируют подачу воды так, чтобы выполнялись указанные выше условия. Температуру

испытуемого раствора доводят до значения, отличающегося от температуры призмы рефрактометра не более чем на ± 2 °С.

Цель работы: овладение методами определения основных компонентов химического состава растительного сырья – влаги и сухих веществ.

2. Материалы и оборудование

1. Сырье растительного (клубни картофеля, корнеплоды моркови, яблоки, томаты и др.) и животного (говядина, свинина, мясо птицы) происхождения.
2. Инфракрасная лампа.
3. Рефрактометр.
4. Весы.
5. Мясорубка.
6. Ножи.
7. Разделочные доски.
8. Пластмассовые терки.
9. Стеклянные бюксы с палочками.
10. Кварцевый песок.
11. Стеклянные стаканы емкостью 200 мл.
12. Воронки среднего размера.
13. Эксикаторы.
14. Марля.
15. Фильтровальная бумага.
16. Вода дистиллированная.

3. Порядок выполнения работы

Лабораторная работа выполняется фронтальным методом двумя группами студентов по 4–5 человек. Задания для групп зависят от вида сырья:

- I группа – говядина, картофель;
- II группа – мясо птицы, яблоки.

Каждая группа студентов проводит определение влаги и сухих веществ в сырье животного происхождения методом высушивания до постоянной массы под инфракрасной лампой, а также определение рефрактометрическим методом растворимых сухих веществ в растительном сырье. Каждое исследование проводится трижды.

Определение влаги и сухих веществ под инфракрасной лампой

Ход определения

1. Инфракрасную лампу укрепляют на штативе в вертикальном положении, включают для прогревания за 10–15 мин до начала эксперимента.

2. Подготовка навески к исследованию.

Исследуемый материал животного происхождения (говядину, свинину или мясо птицы) массой не менее 100 г каждая группа студентов дважды измельчает на мясорубке.

3. Высушивание навески под инфракрасной лампой.

В каждую из трех предварительно взвешенных бюкс со стеклянными палочками вносят кварцевый песок в количестве 3,5–4,0 г и взвешивают.

Навеску исследуемого материала массой не менее 2 г помещают в бюксу, перемешивают с помощью стеклянной палочки с двойным (по массе) количеством прокаленного кварцевого песка, равномерно распределяя по поверхности бюксы (толщина слоя не более 2–3 мм) и взвешивают с точностью до третьего знака после запятой. Бюксы с навесками устанавливают на асбестовый картон в центр отбрасываемого лампой светового круга. Расстояние между бюксами и лампой должно быть не менее 5 см.

Первое взвешивание бюкс с навесками проводят через 1 ч после начала высушивания, повторные – через 30 мин. Каждый раз перед взвешиванием бюксы охлаждают в эксикаторе в течение 30 мин.

Сушку ведут до тех пор, пока разница между двумя взвешиваниями после повторного высушивания не будет выходить за пределы установленной для данного опыта точности: не более 0,002 г – для продуктов с высоким содержанием влаги и не более 0,0002 г – для продуктов с низким содержанием влаги.

Массовую долю влаги в продукте (X , %) вычисляют по формуле

$$X = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_3} 100,$$

где m_1 – масса бюксы со стеклянной палочкой, песком и пробой до высушивания, г; m_2 – масса бюксы со стеклянной палочкой, песком и пробой после высушивания, г; m_3 – масса бюксы со стеклянной палочкой и песком, г.

Результат округляют до первого десятичного знака. За окончательный результат испытания принимают среднее арифметическое результатов трех параллельных определений, абсолютное расхождение между которыми не должно превышать 0,5 % ($P = 0,95$).

Массовую долю сухих веществ в продукте (X_1 , %) в исследуемых пробах определяют по формуле

$$X_1 = 100 - X.$$

Результат округляют до первого десятичного знака.
Полученные результаты заносят в табл. 10.

Таблица 10

Содержание влаги и сухих веществ в животном сырье

Сырье	Масса бюксы, г			Содержание, %		\bar{X} , %	$\bar{X} \pm \Delta\bar{X}$, %
	с песком	с навеской до высуши- вания	с навеской после высуши- вания	Влаги	Сухих веществ		
Говядина							
Мясо птицы							

**Определение растворимых и сухих веществ
Ход определения**

1. Подготовка пробы к исследованию

Растительное сырье моют проточной водой, обсушивают фильтровальной бумагой и растирают на пластмассовой терке.

Полученную массу переносят на воронку с марлевым или бумажным фильтром для получения сока. Этот сок затем используют для определения растворимых сухих веществ.

2. Для нахождения сухих растворимых веществ 2–3 капли исследуемого раствора помещают на рабочую неподвижную призму рефрактометра и сразу же накрывают подвижной призмой, чтобы

избежать завышения результата из-за возможного испарения части воды. Хорошо осветив поле зрения, с помощью регулировочного винта переводят линию, разделяющую темное и светлое поле в окуляре точно на перекрестье в окошке окуляра, и считывают показания прибора. Если поле зрения нечеткое (виден спектр), то его устраняют вращением винта компенсатора. Проводят три параллельных определения, каждый раз хорошо перемешивая испытуемый раствор.

Рефрактометр градуирован при 20 °С, поэтому и содержание растворимых сухих веществ желательно определять при этой температуре. Если анализ проводят при температуре выше или ниже 20 °С, то, пользуясь табл. 11, вносят поправку на температуру.

Результат округляют до первого десятичного знака.

Таблица 11

Температурные поправки для рефрактометра

Температура при отсчете, °С	Содержание растворимых сухих веществ, %		
	до 10	от 11 до 20	от 21 до 30
Вычесть из найденного содержания сухих веществ, %			
10	0,6	0,6	0,7
11	0,5	0,6	0,6
12	0,5	0,5	0,5
13	0,4	0,5	0,5
14	0,4	0,4	0,4
15	0,3	0,3	0,3
16	0,2	0,3	0,3
17	0,2	0,2	0,2
18	0,1	0,1	0,1
19	0,1	0,1	0,1
Прибавить к найденному содержанию сухих веществ, %			
21	0,1	0,1	0,1
22	0,1	0,1	0,2
23	0,2	0,2	0,2
24	0,3	0,3	0,3
25	0,4	0,4	0,4
26	0,4	0,4	0,5
27	0,5	0,5	0,6
28	0,6	0,6	0,6
29	0,7	0,7	0,7
30	0,7	0,8	0,8

За окончательный результат испытания принимают среднее арифметическое результатов параллельных определений трех проб, абсолютное расхождение между которыми не должно превышать 0,5 % – для жидких и пюреобразных светлоокрашенных продуктов и 1 % – для густых и темноокрашенных продуктов, разводимых водой ($P = 0,95$).

Полученные результаты заносят в табл. 12.

Таблица 12

Содержание растворимых сухих веществ в растительном сырье

Сырье	Содержание сухих веществ, %		\bar{X} , %	$\bar{X} \pm \Delta \bar{X}$, %
	по рефракто- метру	с учетом поправок		
Картофель				
Яблоки				

4. Математическая обработка результатов измерений

4.1. Рассчитать среднее арифметическое значение содержания сухих веществ (влаги) \bar{X} в исследуемых образцах:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i,$$

где n – число измерений.

4.2. Найти среднее квадратическое отклонение результата измерения:

$$S_{\bar{X}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}.$$

4.3. Определить доверительный интервал при вероятности $\alpha = 0,95$:

$$\Delta \bar{X} = t_{\alpha, n} S_{\bar{X}},$$

где $t_{\alpha, n}$ – коэффициент Стьюдента (см. табл.).

N	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$t_{\alpha, n}$	12,7	4,3	3,2	2,8	2,6	2,4	2,4	2,3	2,3

4.4. Округлить результаты определения содержания сухих веществ (влаги) \bar{X} в соответствии с полученной величиной $\Delta \bar{X}$ и занести их значения в таблицу.

4.5. Найти относительную погрешность измерения $\varepsilon_{\bar{X}}$ (%):

$$\varepsilon_{\bar{X}} = \frac{\Delta \bar{X}}{\bar{X}} 100.$$

5. Оформление работы

Отчет о работе должен содержать:

1. Цель работы.
2. Краткое описание методики эксперимента.
3. Необходимые расчеты.
4. Отчетные таблицы.
5. Расчет погрешности определения содержания сухих веществ (влаги).
6. Анализ данных и выводы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

ПРИГОТОВЛЕНИЕ РАСТВОРОВ СОЛИ, САХАРА И ПИЩЕВЫХ КИСЛОТ ЗАДАННОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА ДИОКСИДА СЕРЫ

1. Теоретические положения

Консервирование мяса, рыбы, овощей, плодов и ягод с помощью соли и сахара основано на явлениях диффузии и осмоса.

Клеточные мембраны растительных и животных клеток обладают свойством избирательной проницаемости. Проникновение воды и питательных веществ внутрь клетки осуществляется механизмами активного транспорта веществ – мембранными механизмами переноса и пассивного транспорта – диффузией и осмосом.

Вода проходит через мембраны в результате осмоса. Осмос – это движение молекул воды через полупроницаемые мембраны из области меньшей в область большей концентрации растворенного вещества. Погружая продукт в раствор соли или сахара, раствор этих веществ всасывает влагу из клеток как продукта, так и микроорганизмов. При этом происходит обезвоживание клеток и сжатие цитоплазмы. Такое явление называется плазмолизом. Так как клетки микроорганизмов теряют влагу, они утрачивают способность к всасыванию питательных веществ с водой, т. е. способность к размножению, и погибают.

1.1. Консервирование солью и сахаром

Консервирование солью применяется для солений овощей, мяса, птицы. Концентрация соли при этом должна быть не менее 10–12 %.

Консервирование сахаром применяется при производстве фруктово-ягодных кондитерских изделий, сиропов, сгущенного молока, джема, варенья, повидла. Концентрация сахара при консервировании должна составлять 60–65 %.

При вымачивании соленых продуктов (рыбы, огурцов) происходит обратное движение воды, т. е. чистая вода поступает в клетку продукта и ионы соли переходят из продукта в чистую воду.

1.2. Маринование

Маринование основано на применении широко распространенного в консервной промышленности консерванта – уксусной кислоты. Большинство микроорганизмов погибает в 2 %-м растворе уксусной кислоты, а их споры длительное время сохраняют жизнеспособность даже в 6 %-м растворе. Однако 2 %-я концентрация уксусной кислоты в пище для человека уже является большой: продукция обладает слишком кислым вкусом и резким запахом. В слабых же растворах уксусной кислоты продолжают развиваться уксуснокислые бактерии и плесени. Поэтому маринование проводят в сочетании с пастеризацией или стерилизацией.

Маринованию подвергают мясо, рыбу, птицу, овощи, плоды и ягоды.

Овощные маринады изготавливают слабокислыми, содержащими от 0,5 до 0,7 % уксусной кислоты, и кислыми – от 0,7 до 0,9 % уксусной кислоты. Наибольшее количество изготавливаемых маринадов является слабокислыми, кислые используют для маринования капусты с другими овощами.

Фруктовые и ягодные маринады в зависимости от содержания в них уксусной кислоты бывают слабокислыми и кислыми. Слабокислые маринады из вишни, кизила, крыжовника и всех видов смородины содержат от 0,2 до 0,4, из груш, черешни и яблок – от 0,4 до 0,6 % уксусной кислоты; кислые маринады из винограда и слив – от 0,6 до 0,8 %.

Качество маринадов в значительной степени зависит от используемой для их приготовления уксусной кислоты или уксуса (содержит от 4 до 8 % уксусной кислоты). Различают биохимический уксус (винный и спиртовой) и лесохимическую пищевую уксусную кислоту или уксусную эссенцию, приготовленную из этой кислоты.

Для маринадов желательно использовать биохимический уксус, особенно виноградный или плодово-ягодный, так как он более ароматный и имеет хороший вкус. Винный уксус получают уксуснокислым брожением как побочный продукт в виноделии из прокисшего вина, выжимок и очисток. В винном уксусе содержится около 5 % уксусной кислоты. Плодово-ягодный уксус в больших количествах готовят из свежего сока, который вначале сбраживают до 7–8 % спирта, затем подвергают уксуснокислому брожению, в результате которого получают 6–9 %-й уксус. Спиртовой уксус готовят уксусно-

кислым брожением некрепких растворов этилового спирта. Количество уксусной кислоты в нем от 4 до 8 %.

Уксус, используемый для маринадов, должен отвечать требованиям стандарта: содержать не менее 4 % уксусной кислоты, растворимых веществ не менее 0,3, спирта не более 0,1 %; наличие минеральных кислот и солей тяжелых металлов (железа, меди, свинца) не допускается. Уксус с личинками уксусной угрицы для маринадов непригоден.

Уксусная эссенция содержит 80 % уксусной кислоты, имеет более грубый, резко жгучий вкус, без аромата, вызывает раздражение слизистых оболочек.

В отдельных случаях допускается замена пищевой молочной кислотой до 50 % уксусной кислоты в зависимости от общей потребности. Молочная кислота придает маринадам более приятный вкус; для человека она более полезна, чем уксусная.

Помимо уксусной кислоты для маринования можно использовать и другие пищевые органические кислоты: лимонную, яблочную, винную и др.

Применяемые пищевые органические кислоты оказывают различное влияние на качество конечного продукта. В зависимости от способности ускорять процесс тепловой обработки кислоты располагаются в следующем порядке: аскорбиновая, винная, щавелевая, лимонная, уксусная, молочная.

Помимо пищевых органических кислот в качестве маринадов можно использовать простоквашу, пахту или сыворотку (продолжительность маринования составляет 2–3 дня); вино или кислый фруктовый сок (яблочный, смородиновый, лимонный); пряные соусы с растительным маслом, уксусом, вином или соком.

При изготовлении маринада необходимое количество уксусной эссенции или уксуса (X , %) на 1 кг заливки можно рассчитать по формуле

$$X = \frac{a}{b} c \cdot 100,$$

где a – массовая доля уксусной кислоты в готовом маринаде, %;
 b – массовая доля уксусной кислоты в используемом уксусе, %;
 c – массовая доля маринадной заливки в банке при фасовке, % от массы нетто (обычно 30–40 % от массы нетто).

1.3. Консервирование диоксидом серы, сернистой кислотой и ее солями

Консервирование плодов и ягод сернистой кислотой (H_2SO_3), диоксидом серы (SO_2) или солями сернистой кислоты называется сульфитацией.

Сернистая кислота наиболее токсична для микроорганизмов, особенно для бактерий (молочнокислых и уксуснокислых), и в меньшей степени для дрожжей и плесеней. Консервирующим действием обладает только недиссоциированная сернистая кислота, а также свободный диоксид серы. В растворе сернистая кислота диссоциирует на ионы: $\text{H}_2\text{SO}_3 \rightarrow (\text{HSO}_3)^- + \text{H}^+$.

Действие сернистой кислоты на микроорганизмы связано с ее растворением во внутренней липидно-протеиновой мембране и последующим проникновением в митохондрии. Митохондрии отвечают за дыхание и выполняют в клетке функцию «силовых установок», поставляющих энергию. Сернистая кислота, воздействуя на митохондрии, вызывает задержку окислительных процессов, снижает выработку энергии и образование молекул АТФ, что в конечном итоге приводит к гибели клетки. Консервирующая способность сернистой кислоты повышается с увеличением температуры самого сырья, однако при повышенной температуре увеличивается ее распад.

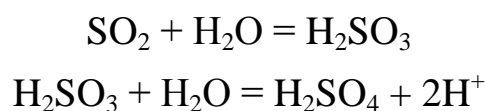
Помимо действия на микроорганизмы сернистая кислота действует на клетки растительного сырья. Под ее влиянием происходит коагуляция протоплазмы клеток, нарушается тургор и сок частично выходит в межклеточное пространство. Причина этого явления заключается в снижении содержания пектиновых веществ и желеобразующей способности плодов и ягод, в размягчении ткани плода.

Сернистая кислота, находясь в плодовом сырье, частично связывается с сахарами. По своей способности связывать сернистую кислоту сахара располагаются в следующем порядке: арабиноза, глюкоза, фруктоза, сахароза. При связывании сернистой кислоты сахарами эффективность ее действия на микроорганизмы значительно уменьшается.

Являясь сильным восстановителем, сернистая кислота препятствует окислению химических веществ плодов и ягод. В частности, блокируя ферменты, катализирующие необратимое окисление витамина С, сернистая кислота способствует его сохранению.

Обработку растительных продуктов диоксидом серы или сернистой кислотой проводят и для предотвращения потемнения. Диоксид серы получают путем ее сжигания в специальных печах, пропуская через них воздух. Диоксид серы как химический агент вызывает обесцвечивание многих растительных красящих пигментов и может быть использован для улучшения внешнего вида готового продукта.

При сульфитации продукта сначала происходит образование сернистой кислоты, являющейся сильным восстановителем, которая частично переходит в серную. Выделяющийся при этом водород оказывает обесцвечивающее действие.



Органические красящие вещества всегда содержат цепочку атомов углерода, связь между которыми изображают чередующимися двойными и одинарными химическими связями: $-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}-$. Такие группы называются хромофорными (от греческих «хрома» – цвет и «форео» – несущий). При их восстановлении сернистой кислотой по месту разрыва двойных связей присоединяется водород, в результате окрашенные вещества превращаются в бесцветные лейкосоединения. Эффект обесцвечивания может достигать 30 %. Это следует учитывать при обработке сернистым газом плодов и ягод, имеющих красную, синюю и другую окраску (вишня, слива, малина, черная смородина и т. п.), так как после сульфитации они теряют свой первоначальный цвет.

Для организма человека сернистая кислота и диоксид серы токсичны. Поэтому перед дальнейшим использованием полуфабрикатов их десульфитируют.

1.4. Примеры типовых заданий

Задание 1. Рассчитать, сколько потребуется воды и поваренной соли для приготовления определенного количества рассола с заданной концентрацией.

Концентрацию рассола выражают в процентах. Расчет проводят определением количества соли (кг) на заданный объем воды или количества соли на заданный объем рассола по формулам:

$$C = \frac{PK}{100}; \quad (1)$$

$$C = \frac{BK}{100 - K}, \quad (2)$$

где B – количество воды, кг; P – количество рассола, кг; K – концентрация рассола, %; 100 – переводной коэффициент в проценты.

Пример 1. Приготовить 200 л рассола крепостью 2 %. Рассчитать, сколько потребуется для этого воды и поваренной соли.

Подставив данные в первую формулу, находим

$$C = \frac{200 \cdot 2}{100} = 4 \text{ кг.}$$

Воды потребуется

$$B = P - C = 200 - 4 = 196 \text{ кг.}$$

Проверка расчета:

$$K = \frac{C}{B + C} 100 = \frac{4}{196 + 4} 100 = 2 \text{ \%}.$$

Пример 2. Рассчитать, сколько потребуется добавить соли к 200 кг воды, чтобы получить рассол крепостью 2 %.

Подставив данные во вторую формулу, находим

$$C = \frac{200 \cdot 2}{100 - 2} = 4,08 \text{ кг.}$$

$$P = B + C = 200 + 4,08 = 204,08 \text{ кг.}$$

Проверка расчета:

$$K = \frac{C}{P} 100 = \frac{4,08}{204,08} 100 = 2 \text{ \%}.$$

Задание 2. Методика расчета требуемого количества воды и сахара аналогична методике приготовления раствора поваренной соли. В этом случае буквы будут обозначать следующее: С – количество сахара, Р – количество сиропа, К – концентрация сиропа.

Пример 1. Приготовить 300 кг сахарного сиропа для изготовления компотов с содержанием сахара 40 %.

Подставляем данные в формулу (1) и находим

$$C = \frac{300 \cdot 40}{100} = 120 \text{ кг.}$$

$$B = P - C = 300 - 120 = 180 \text{ кг.}$$

Проверка расчета:

$$K = \frac{C}{B} 100 = \frac{120}{300} 100 = 40 \text{ \%}.$$

Пример 2. Рассчитать, сколько сахара потребуется добавить к 180 кг воды, чтобы получить сироп с содержанием сахара 40 %.

$$C = \frac{180 \cdot 40}{100 - 40} = 120 \text{ кг.}$$

Проверка расчета:

$$K = \frac{C}{B + C} 100 = \frac{120}{180 + 120} 100 = 40 \text{ \%}.$$

Задание 3. Провести расчет уксусной кислоты необходимой концентрации для приготовления заливки.

Пример 1. В консервах «Огурцы консервированные» содержание уксусной кислоты должно составлять 0,45 %. Количество огурцов в консервах составляет 65 %. Рассчитать, какое количество уксусной кислоты 80 %-й концентрации потребуется для получения 150 кг заливки.

Определим массу уксусной кислоты в банке емкостью 3 л ($M_{\text{ук.к}}(\text{б})$)

$$M_{\text{ук.к}}(\text{б}) = \frac{V \cdot C}{100},$$

где V – объем банки, л; C – концентрация уксусной кислоты, %,

$$M_{\text{ук.к}}(\text{б}) = \frac{3 \cdot 0,45}{100} = 0,0135 \text{ кг.}$$

Найдем количество уксусной кислоты, которое должно содержаться в $(100 - 65) = 35$ % заливки

$$K_{\text{ук.к}}(\text{з}) = 3 \cdot 0,35 = 1,05 \text{ кг;}$$

$$\frac{1,05 \cdot C}{100} = 0,0135 \text{ кг.}$$

$$K_{\text{ук.к}}(\text{з}) = \frac{1,35}{1,05} = 1,285 \text{ \%}.$$

где K – количество уксусной кислоты в 35 % заливки, %.

Следовательно, количество уксусной кислоты, содержащейся в 150 кг заливки ($M_{\text{ук.к}}$), составит

$$\frac{M_{\text{ук.к}}}{150} 100 = 1,285;$$

$$M_{\text{ук.к}} = \frac{1,285 \cdot 150}{100} = 1,9275 \text{ кг.}$$

Так как кислота имеет 80 %-ю концентрацию, то ее количество (M) будет равно

$$M = \frac{1,9275}{80} 100 = 2,409 \text{ кг.}$$

Задание 4. Плоды и ягоды заливают рабочим раствором сернистой кислоты, содержащей от 1 до 5 % диоксида серы. В сульфитированных плодах и ягодах должно быть 0,1–0,2 % диоксида серы. Если при хранении концентрация диоксида серы снижается до 0,1 %, полуфабрикаты направляют на переработку или добавляют диоксид серы до требуемых норм. Все расчеты провести на диоксид серы.

Пример 1. Определить расход диоксида серы для сухой сульфитации 150 т ягодного пюре до концентрации 0,2 %.

Расход диоксида серы (x , кг) рассчитывают по формуле

$$x = M \cdot v \cdot 10,$$

где M – масса пюре (сока, ягод), т; v – требуемое содержание диоксида серы в сульфитированном пюре, %; 10 – коэффициент для пересчета.

$$x = 150 \cdot 0,2 \cdot 10 = 300 \text{ кг.}$$

Пример 2. Имеется 150 т сульфитированного пюре, содержащего 0,08 % диоксида серы. Рассчитать расход диоксида серы для подсульфитирования пюре до 0,2 % диоксида серы.

Расход диоксида серы (x , кг) рассчитывают по формуле

$$x = M (v - b) 10,$$

где M – масса плодов, т; v – требуемое содержание диоксида серы в сульфитированном пюре, %; b – фактическое содержание диоксида серы, %; 10 – коэффициент для пересчета.

$$x = 150 (0,2 - 0,08) \cdot 10 = 180 \text{ кг.}$$

Пример 3. Определить расход 2 %-го рабочего раствора сернистой кислоты для сульфитации 80 т плодов из расчета содержания в сульфитированном сырье 0,15 % диоксида серы.

Расход рабочего раствора сернистой кислоты (x , л) определяют по формуле

$$x = \frac{M \cdot v}{a} 1000,$$

где M – масса плодов, т; a – содержание диоксида серы в рабочем растворе, %; b – требуемое содержание диоксида серы в сульфитированном пюре, %; 1000 – коэффициент для пересчета.

Подставив значения, получим

$$x = \frac{80 \cdot 0,15}{2} 1000 = 6000 \text{ л.}$$

Цель работы: научиться проводить расчеты и готовить растворы заданных концентраций.

2. Материалы и оборудование

1. Сахар-песок, поваренная соль.
2. Весы технические.
3. Рефрактометр.
4. Мерные колбы емкостью 100 мл.
5. Стаканы химические объемом 100 и 200 мл.
6. Цилиндры мерные емкостью 250 мл.
7. Стеклянные палочки.
8. Воронки стеклянные среднего диаметра.
9. Шпатели.
10. Фильтровальная бумага.
11. Вода дистиллированная.
12. Индивидуальные задачи по расчетам.

3. Порядок выполнения работы

Лабораторная работа выполняется фронтальным методом тремя группами бакалавров по 4–5 человек. Задания для групп зависят от индивидуальных расчетных задач.

1. Каждая группа бакалавров получает индивидуальное задание, включающее расчетные задачи (5 задач) на приготовление растворов различных концентраций. Решенные задачи сдаются на проверку преподавателю.

2. Из решенных задач бакалавры выбирают 2 и готовят растворы соответствующих концентраций. Для проверки правильности приготовления растворов определяют концентрацию сухих растворимых веществ с помощью рефрактометра.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА СЫРЬЯ, ИСПОЛЬЗУЕМОГО В ПИЩЕВОЙ ТЕХНОЛОГИИ

1. Теоретические положения

Для придания сладкого вкуса или для регулирования вкуса пищевых продуктов используют *сахар-песок*. Его получают переработкой сахарной свеклы или сахарного тростника.

По органолептическим показателям сахар-песок представляет собой сыпучую массу белого цвета, состоящую из однородных по размеру кристаллов сахарозы $C_{12}H_{22}O_{11}$ размером 0,2–0,25 мм. Сахар-песок должен быть сыпучим, нелипким и сухим на ощупь, не содержать комков непробеленного сахара и посторонних примесей. Вкус сахара-песка и его водного раствора сладкий, без посторонних привкусов и запахов, растворимость в воде полная, раствор прозрачный.

По физико-химическим показателям сахар-песок должен отвечать следующим требованиям: массовая доля сахарозы (в пересчете на сухое вещество) – не менее 99,75 %; редуцирующих веществ – не более 0,065 %; цветность в единицах Штаммера – не более 1,0; золы – не более 0,03 %; влаги – не более 0,14 %; ферропримесей – не более 0,0003 % (размеры отдельных частиц металлопримесей не должны быть более 0,3 мм). Температура плавления сахарозы от 160 до 185 °С.

Сахар-рафинад – пищевой продукт, представляющий собой дополнительно очищенный рафинированный сахар в виде кусков (кусковой сахар-рафинад). Вырабатывается в следующем ассортименте: прессованный колотый, прессованный колотый со свойствами литого, прессованный быстрорастворимый, прессованный в мелкой фасовке (дорожный), литой колотый, рафинированный сахар-песок, рафинадная пудра.

По органолептическим показателям сахар-рафинад должен быть чистым, без посторонних примесей, белого цвета (допускается голубоватый оттенок), без пятен. Сахар-рафинад должен полностью растворяться в воде и давать прозрачный бесцветный раствор. Допускается едва заметный голубоватый оттенок раствора. Вкус сахара-

рафинада в сухом виде и в растворе сладкий, без постороннего запаха и привкуса. Рафинированный сахар-песок должен иметь кристаллы размером не менее 0,2 мм; рафинадная пудра должна полностью проходить через шелковое сито с отверстием 0,1 мм.

По физико-химическим показателям сахар-рафинад должен удовлетворять следующим требованиям (в % на сухое вещество): содержание сахарозы – не менее 99,9; редуцирующих веществ – 0,03; влажность (в %, не более): прессованного колотого – 0,20; прессованного колотого со свойствами литого – 0,25; прессованного в мелкой фасовке (дорожного) – 0,30; литого колотого – 0,40; рафинадной пудры – 0,20.

Сахар поступает на предприятия в тканевых мешках, в мешках с полиэтиленовыми вкладышами, в бумажных пяти-шестислойных мешках по 50 кг, в мягких специализированных контейнерах для сыпучих продуктов массой до 1 т. В мешках сахар хранят на деревянных стеллажах в сухих помещениях. Порча сахара при хранении происходит, в основном, от увлажнения. Сыреет сахар от влажного воздуха, а также за счет конденсации влаги, если в помещение холодного склада поступает теплый воздух. Поэтому относительная влажность воздуха при хранении не должна превышать 70 %. Сахар нельзя хранить в одном помещении с пахучими веществами, так как запахи могут поглощаться сахаром, что снижает его качество и делает невозможным использование для пищевых целей.

Перед поступлением в производство сахар пропускают через аппарат для дробления слежавшихся кусков, через вибросито и магнитоуловитель – для удаления металлических примесей.

Поваренная соль – пищевая добавка, улучшающая вкусовые качества пищевых продуктов. В пищевой промышленности применяется для придания определенного вкуса как необходимый компонент при солении и квашении овощей, как основной консервант при посоле мяса, рыбы, овощей (пряной зелени с высокой концентрацией соли). Применяется поваренная соль и для технических целей, в частности для получения отрицательных температур за счет смеси соли и льда.

Поваренная соль – природное кристаллическое соединение, содержащее 97,0–99,7 % чистого хлористого натрия.

По способу производства пищевую поваренную соль подразделяют на каменную, самосадочную, садочную и выварочную.

Каменную соль добывают шахтным или карьерным способом из недр земли. Отличается высоким содержанием хлористого натрия (до 99 %), низким содержанием примесей и влажности (до 0,25 %).

Самосадочную соль добывают со дна соленых озер, где она залегает в виде пластов. Содержит большое количество примесей, влаги (3,2–5,0 %) и отличается желтоватым или сероватым оттенком.

Садочную соль получают путем испарения воды под действием естественного тепла из соленых растворов морей или океанов. Для этого солевые растворы отводят в специальные искусственные бассейны. Эта соль также имеет высокую влажность и цветность.

Выварочную соль получают путем выпаривания естественных рассолов, добываемых из недр земли, или искусственных рассолов, получаемых растворением каменной соли в воде, нагнетаемой через буровые скважины. Полученные рассолы упаривают. Эта соль отличается высоким содержанием хлористого натрия и низким содержанием примесей и влаги (0,1–0,7 %).

По способу обработки пищевую поваренную соль подразделяют на сеяную и несеяную, мелкокристаллическую, немолотую и молотую, йодированную, фторированную, с пониженным содержанием хлористого натрия.

По качеству поваренная соль делится на сорта: экстра, высший, первый и второй. Отличаются сорта количеством минеральных примесей и воды. Во всех сортах поваренной соли массовая доля хлорида натрия должна быть не менее 99,7 %. Для консервной промышленности используют соль не ниже первого сорта. Для посола рыбы и мяса можно использовать и немолотую соль.

Минеральные примеси оказывают отрицательное влияние на органолептические показатели соли. Так, хлориды магния и кальция придают повышенную гигроскопичность. Соль с высоким содержанием железа, используемая для посола жиросодержащих продуктов, образует ржавые или бурые пятна. Кальций придает соли грубый щелочной вкус, магний – горечь.

Поваренная соль гигроскопична, поэтому хранят ее при относительной влажности воздуха не более 75 %. Перед использованием в производстве крупные куски слежавшейся соли дробят, затем соль просеивают и пропускают через магнитоуловитель для удаления металлических примесей. Используют в сухом виде или в виде рассолов.

Пряности – вкусовые и ароматические компоненты, в основном, растительного происхождения. Их добавляют в пищевые продукты для придания приятного вкуса и запаха. Улучшая вкусовые свойства продукта, пряности повышают эффективность воздействия пищи на органы пищеварения, способствуя ее лучшему усвоению. Пряности обладают бактерицидными и антиокислительными свойствами. Этим обусловлено их консервирующее действие.

В зависимости от того, какая часть растения используется в пищу, пряности подразделяют на группы: семена – горчица, мускатный орех; плоды – перец (черный, белый, душистый, красный), кардамон, бадьян; цветы и их части – гвоздика; листья – лавровый лист; кора – корица; корни – имбирь. Это классические пряности, которые получили всемирное распространение. Родина – их тропики и субтропики. Используются они только сухими (для удобства транспортировки).

Гвоздика – высушенные нераспустившиеся бутоны (цветочные почки) гвоздичного дерева (*Caryophyllis aromatica L.*) семейства миртовых. Собранные почки бланшируют 5–10 мин в кипящей воде, затем высушивают на солнце. Цветочная почка имеет 4 лепестка, плотно прилегающие один к другому. Высушенная гвоздика имеет мелкоморщинистую поверхность, коричневую окраску. Состоит из черешка (стебелька) длиной до 10 мм и сидящего на нем бутона-головки. Гвоздика имеет жгучий вкус и сильный пряный аромат.

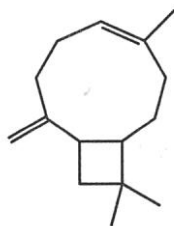
По органолептическим и физико-химическим показателям гвоздика должна соответствовать требованиям, указанным в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Органолептические показатели гвоздики

Наименование показателя	Характеристика гвоздики	
	целой	молотой
Внешний вид	Цветочные почки с мелкоморщинистой поверхностью, состоящие из утолщенного вверху стебелька и головки с чашелистиками	Порошкообразный
Цвет	Коричневый разных оттенков	
Аромат и вкус	Аромат, свойственный гвоздике. Вкус сильнопряный, жгучий. Не допускаются посторонние привкус и запах	

Аромат гвоздики зависит от содержания эфирного масла (до 15–18 %), в составе которого эвгенол составляет до 85 %. Так как эвгенол тяжелее воды, то качество гвоздики можно определить, погрузив ее в стакан с водой. Если гвоздика утонула, то качество отличное, если плавает шляпкой вверх (вертикально), то качество хорошее, если горизонтально (на боку), то качество плохое. Кроме этого, в масле гвоздики присутствуют гумулен, кариофиллен. В головках гвоздики меньше эвгенола, обладающего наиболее резким гвоздичным запахом, но больше других ароматических веществ. Поэтому запах черешка сильнее и резче, а аромат головок – тоньше и сложнее. Содержание эфирного масла в гвоздике должно быть не менее 14 %, влажность не более 12 %, зольность не более 6 %, примесей растительного происхождения не более 1,5 %, металлических примесей не более 10 мг/кг. Не допускается наличие гнилых плодов, пораженных плесенью и зараженных вредителями.



Кариофиллен

Таблица 2

Физико-химические показатели гвоздики

Наименование показателя	Норма для гвоздики	
	целой	молотой
Массовая доля влаги, %, не более	12,0	12,0
Массовая доля эфирных масел, %, не менее	14,0	14,0
Массовая доля золы, %, не более	6,0	6,0
Массовая доля примесей растительного происхождения (веточки гвоздичного дерева), %, не более	1,5	–
Зараженность вредителями хлебных злаков	Не допускается	
Гнилые и пораженные плесенью почки	Не допускаются	–

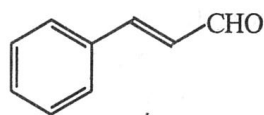
Гвоздика используется при приготовлении заливок и маринадов. При кипячении аромат улетучивается, а вкус заливки становится горь-

ким. Поэтому для получения тонкого аромата гвоздику следует закладывать позднее.

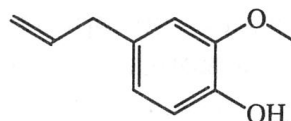
Корица – высушенная кора молодых ветвей вечнозеленых коричных деревьев семейства лавровых. Для выработки корицы используют кору коричневого дерева видов *Cinnamomum ceylonicum* Blume, *Cinnamomum Cassia* Blume, *Cinnamomum Culilauan* Blume, *Cinnamomum Tamla* Nees.

Для получения пряности со срезанных побегов снимают кору полосками длиной 10–12 см и шириной 1–2 см, очищают поверхностную часть. Затем высушивают в тени. В процессе сушки цвет наружной поверхности становится желто- или светло-коричневым, а внутренний более темным, кора сворачивается в трубочки. Толщина коры после сушки до 1 мм. Чем кора тоньше, тем выше ценится корица. Затем отдельные перья корицы помещают друг в друга по 10 штук и разрезают на отрезки одинаковой длины. Корица используется также и в молотом виде.

По внешнему виду корица представляет собой гладкие палочки в виде свернутых трубочек с толщиной коры не более 3 мм, длиной не менее 10 см. Вкус корицы сладковатый, слегка жгучий, аромат нежный. Аромат и вкус корицы зависит от эфирных масел (их количество 2,0–3,5 %), в основном, от коричневого альдегида (1,3–2,0 %).



Коричный альдегид



Эвгенол

Качество корицы оценивается по массовой доле влаги (13,5 % – для корицы в виде палочек и 12,5 % для молотой); эфирных масел (не менее 0,5 %); золы (не более 5 %); количеству палочек, пораженных видимой плесенью (не более 3–5 %); металлических примесей (не более 10 мг/кг). Не допускаются посторонние примеси, палочки гнилые и зараженные вредителями хлеба.

У молотой корицы определяют также степень измельчения (сход с сита № 045 не менее 80 %).

Применяют для изготовления фруктовых маринадов, заливок, соусов, кондитерских и хлебобулочных изделий.

Лавровый лист – собранные в осенне-весенний период и высушенные листья лавра благородного (*Laurus nobilis* L.).

Листья гладкие, кожистые, блестящие, на них имеются особые железки – хранилище эфирного масла. Сбор листьев проводится один или два раза в год, когда длина листа достигает 10 см, а ширина – 3 см. Аромат проявляется только после высушивания. Лист легко и быстро сушится на открытом воздухе в тени при комнатной температуре, но также легко портится при неправильном хранении, Поэтому лучше всего его хранить в спрессованном состоянии для длительного сохранения аромата. Доброкачественный лавровый лист должен иметь в сухом виде ровный светло-оливковый цвет. Поблекшие и порывшие сухие листья не пригодны для употребления, так как они могут придать горький и затхлый привкус из-за отсутствия в них эфирного масла.

Сухой лавровый лист должен отвечать требованиям, указанным в табл. 3.

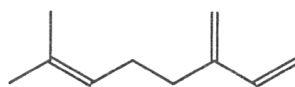
Таблица 3

Технические требования к лавровому листу

Наименование показателя	Характеристика и норма
Внешний вид	Листья здоровые, не поврежденные вредителями и болезнями, по форме продолговатые, ланцетовидные, овальные, по окраске зеленые, сероватые с серебристым оттенком
Запах, вкус	Хорошо выраженные, свойственные лавровому листу, без постороннего запаха и привкуса
Длина листа, см, не менее	3
Влажность листа, %, не более	12,0
Содержание, %, не более:	
желтых листьев	2,0
2–3-листных верхушек побегов, срезанных у основания нижеследующего листа	1,0
ломанных листьев длиной более 3 см	8,0
листьев со следами повреждений трипсом, щитовкой, амбарными клещами и другими насекомыми – вредителями пищевых товаров, а также поврежденных сажистым грибом (чернью)	0,5

Наименование показателя	Характеристика и норма
листьев с мелкоточечной пятнистостью (коричневой, серой) на нижней стороне листа минеральной и органической примеси (крошеные листья, проходящие сквозь сито № 3; стебли; веточки; соцветия):	Не нормируется
при заготовке	1,3
при поставке промышленным и торговым организациям	0,5

Аромат и вкус лаврового листа обусловлен содержанием эфирного масла (1–3 %) и активных полифенолов (8,8–10,5 %). В составе эфирного масла цинеол составляет до 60 %, также содержатся мирцен, лимонен, среди полифенолов преобладают катехины и флавонолы.



Мирцен

Качество лаврового листа оценивается по размеру (листья должны иметь длину не менее 3 см), влажности (не более 12 %), наличию пожелтевших и поломанных листьев (не более 2 и 8 % соответственно). Хранят в неохлаждаемых складах при температуре 15–18 °С и относительной влажности воздуха 65–75 %.

Перед использованием лавровый лист заливают 5–6-кратным количеством воды, выдерживают 30–40 мин, воду сливают, повторно заливают водой и выдерживают в течение 5–10 мин, после чего воду сливают, лист инспектируют, моют, ополаскивают.

Используется для приготовления маринадов, солений, соусов.

Цель работы: научиться определять качество сахара, соли и пряностей, используемых при изготовлении пищевых продуктов из плодов, овощей, мяса, рыбы.

2. Материалы и оборудование

1. Сахар-песок, поваренная соль, специи (гвоздика, корица, лавровый лист).
2. Весы технические.
3. Водяная баня.
4. Стаканы химические емкостью 100, 200 и 500 мл.
5. Цилиндры мерные объемом 200 мл.
6. Стеклянные палочки.
7. Доски.
8. Шпатели.
9. Пинцеты.
10. Вода дистиллированная.

3. Порядок выполнения работы

Лабораторная работа выполняется фронтальным методом двумя группами студентов по 4–5 человек. Задания для групп зависят от вида продуктов:

I группа – сахар-песок, сахар-рафинад; корица;

II группа – соль поваренная; гвоздика, лавровый лист.

3.1. Определение качества сахара

1. Отбор пробы для анализа

Пробы для анализа отбирают в соответствии с ГОСТ 12569–85 «Сахар-песок и сахар-рафинад. Правила приемки и методы отбора проб».

Из отобранной выборки берут точечные пробы, тщательно перемешивают и составляют объединенную пробу массой не менее 100 г для сахара-песка и рафинированного сахара-песка и 200 г для кускового сахара-рафинада.

2. Проведение органолептической оценки

Внешний вид кристаллов сахара-песка (однородность строения кристаллов, выраженность граней, блеск) определяют, просматривая его тонкий слой, насыпанный на темную доску или бумагу.

Цвет (белый или белый с желтоватым или голубоватым оттенком) определяют осмотром при дневном освещении образца сахара, высыпанного на доску (или тарелку).

Сыпучесть сахара-песка определяют следующим образом. Небольшое его количество высыпают на лист бумаги в виде горки и постукивают карандашом по листу, при этом сухой песок рассыпается и выравнивается. Сыпучесть можно определить, сжимая сахар-песок в сухой ладони: сухой песок не прилипает к рукам и не образует комков.

Вкус и запах определяют в сухой и водной пробах. Для приготовления водного раствора 25 г сахара-песка растворяют в 100 мл теплой дистиллированной воды (50 г сахара-рафинада растворяют в химическом стакане в 50 мл воды при нагревании на водяной бане до 80–90 °С). Вкус сухого сахара-песка и его водного раствора должен быть сладким, без посторонних привкусов и запахов.

Определение чистоты раствора сахара-песка. Для этого 25 г сахара-песка помещают в химический стакан из прозрачного стекла, доливают 100 мл теплой дистиллированной воды и растворяют при перемешивании раствора стеклянной палочкой. Затем стакан с раствором охлаждают, после чего содержимое рассматривают при рассеянном свете.

Определение чистоты раствора сахара-рафинада. Берут 50 г сахара-рафинада и помещают в химический стакан из прозрачного стекла, доливают 50 мл теплой дистиллированной воды, в которой растворяют навеску, размешивая стеклянной палочкой, и нагревают на водяной бане до 80–90 °С. После охлаждения раствор рассматривают при рассеянном свете.

Растворимость в воде сахара-песка и сахара-рафинада должна быть полной, раствор – прозрачным или со слегка голубоватым оттенком (рафинированный сахар), без осадка, механических и других примесей. Наличие осадка свидетельствует о загрязненности сахара.

Размер кристаллов сахара-песка от 0,2 до 2,5 мм с допуском отклонением по верхнему и нижнему пределам $\pm 5\%$.

3. Определение содержания мелочи в сахаре-рафинаде

Содержание «мелочи» в сахаре-рафинаде (мелких кусочков, осколков рафинада, кристаллов сахарной пудры) определяют из выборки, исходя из объема партии и в зависимости от количества единиц

транспортной упаковки: от 2 до 50 включительно – 2; от 51 до 500 включительно – 3; от 501 до 10000 включительно – 5 единиц транспортной тары.

Сахар-рафинад из отобранных мешков высыпают на чистый лист фанеры, бумаги или на брезент и отбирают обратно в мешок все кусочки рафинада массой более 5 г. Оставшуюся мелочь (осколки рафинада менее 5 г, кристаллы и пудру) переносят без потерь на технические весы и взвешивают.

При анализе упакованного в пачки сахара-рафинада раскрывают ящики и распечатывают две пачки из каждого ящика, отбирая и взвешивая мелочь.

Результат исчисляют в процентах к массе сахара-рафинада, отобранного для анализа.

4. Определение продолжительности растворения сахара-рафинада

Химический стакан вместимостью 500 мл и высотой 165 мм наполняют водой с температурой 20 °С на 20–30 мм ниже края стакана. Затем в него помещают натянутую на проволочное кольцо диаметром 50 мм сетку, к которой прикреплены три проволочных держателя, захватывающие край стакана. Сетка должна находиться на расстоянии 110–120 мм от дна стакана.

Когда вода в стакане придет в состояние покоя, на сетку пинцетом помещают кусок сахара-рафинада (с ребром в 1 см) и включают секундомер. По прекращению концентрационных потоков от сетки к дну стакана судят об окончании растворения сахара. Продолжительность растворения сахара (в минутах) вычисляют как среднее арифметическое из исследования пяти образцов сахара.

Продолжительность одного определения – 10 мин, для быстрорастворимого сахара – 3 мин.

5. Определение цветности сахара

Цветность сахарных растворов сравнивают с цветными стеклами, имеющими установленную степень светопоглощения.

В колориметре для определения цветности сахара имеются две параллельно установленные полые трубки, являющиеся светопроводами. Одна трубка неподвижная, другая подвижная. Цветность неподвижной трубки обусловлена цветностью стекол сравнения, в качестве которых применяют полунормальные или четвертьнормальные стекла. Цветность другой трубки обусловлена цветностью исследу-

емого сахарного раствора, в который ее погружают. При определении цветности фракционным механизмом изменяют высоту столба исследуемого раствора сахара до тех пор, пока окрашенность его не уравнивается с окрашенностью стекла сравнения, т. е. пока обе части поля зрения не будут однородными. После этого производят отсчет по шкале.

Растворяют 200 г сахара в 215 мл горячей дистиллированной воды и фильтруют через бумажный фильтр. В профильтрованном и охлажденном до 20 °С растворе рефрактометром определяют содержание сухих веществ. По таблице (в зависимости от содержания сухих веществ) находят плотность сахарного раствора.

Цветность раствора (Ц) определяют колориметром, пользуясь для освещения лампой дневного света, и выражают в условных единицах (100 частей сухих веществ на 100 мл раствора), вычисляя по следующим формулам:

а) при использовании полунормального стекла

$$\text{Ц} = \frac{100 \cdot 100 \cdot \text{К}}{2\text{М} \cdot \text{СВ} \cdot d};$$

б) с четвертьнормальным стеклом

$$\text{Ц} = \frac{100 \cdot 100 \cdot \text{К}}{4\text{М} \cdot \text{СВ} \cdot d},$$

где СВ – количество растворимых сухих веществ, %; М – число делений, отсчитанное по шкале колориметра (среднее из 5 отсчетов); d – плотность сахарного раствора, г/см³; К – поправочный коэффициент колориметрического стекла, который устанавливается после его изготовления.

Допускаемые расхождения при параллельных определениях должны быть не более ±10 %.

3.2. Определение качества поваренной соли

1. Проведение органолептической оценки

Вкус. Поваренная соль должна иметь соленый вкус без посторонних привкусов и запаха.

5 г поваренной соли растворяют в 100 см³ дистиллированной воды и определяют вкус.

Запах. 20 г соли растирают в ступке и сразу определяют запах. На основании анализов делают заключение о качестве соли.

3.3. Определение качества гвоздики

Гвоздику используют при мариновании благодаря содержанию эфирного масла. Чем свежее гвоздика, тем больше в ней масла. Поэтому одним из основных показателей качества гвоздики является ее свежесть. Наибольшее количество эфирного масла находится в стебельке и меньше в головке. Свежая и высококачественная гвоздика в воде тонет или плавает в вертикальном положении. Если гвоздика несвежая, долго хранилась в негерметичной таре, то масло из нее улетучивается. Такая гвоздика в воде не тонет и плавает в горизонтальном положении. При нажатии на головку она остается сухой, в то время как из свежей гвоздики при нажатии выделяется небольшое количество ароматного гвоздичного масла. В гвоздике высокого качества должно быть не более 8 % сухих экземпляров (по штукам).

1. Определение свежести гвоздики

Для определения свежести гвоздики в стакан с водой опускают 50 гвоздик и подсчитывают число экземпляров, которые плавают на поверхности в горизонтальном положении. Это число умножают на два и получают результат в процентах.

3.4. Определение качества корицы

При хранении корицы (неразмолотой) в условиях повышенной влажности на ее поверхности появляется плесень. В стандартной корице масса кусочков, покрытых плесенью, должна быть не более 5 %.

Берут 100 г корицы и на разборной доске определяют те трубочки корицы, где имеется плесень. От трубочек откалывают пораженную часть и взвешивают эти кусочки. Полученное количество в граммах и будет соответствовать проценту нестандартной корицы.

3.5. Определение качества лаврового листа

Масса пробы лаврового листа составляет 100 г.

1. Проведение органолептической оценки

Внешний вид лаврового листа, запах, вкус, содержание желтых листьев, 2–3-листных верхушек побегов, красноватых и коричневых,

а также листьев с высохшими краями или кончиками, ломаных, листьев с мелкоточечной пятнистостью, со следами повреждений вредителями и болезнями определяют органолептически. При наличии на одном и том же листе нескольких дефектов учет проводят по одному преобладающему дефекту.

2. Определение длины лавровых листьев

Длину всех целых лавровых листьев пробы измеряют линейкой. Все листья, имеющие длину не менее 3 см, взвешивают.

За результат анализа принимают значение, вычисленное в процентах от массы средней пробы.

3. Определение содержания минеральной и органической примеси

Пробу, отобранную для анализа, взвешивают и просеивают через сито № 3.

Проходящую сквозь сито и отобранную из остатка на сите минеральную и органическую примесь взвешивают.

За результат анализа принимают содержание минеральной и органической примеси, вычисленное в процентах от массы средней пробы.

4. Определение содержания лавровых листьев, отвечающих требованиям, указанным в табл. 3: желтые листья; 2–3-листные верхушки побегов, срезанные у основания нижеследующего листа; ломаные листья длиной более 3 см; листья, поврежденные и пораженные болезнями.

Взвешенную среднюю пробу без минеральной и органической примеси рассортировывают на фракции:

- лист, отвечающий требованиям, указанным в табл. 3;
- желтые листья;
- 2–3-листные верхушки побегов, срезанные у основания нижеследующего листа;
- ломаные листья длиной более 3 см;
- листья со следами повреждений трипсом, щитовкой, амбарными клещами и другими насекомыми – вредителями пищевых товаров, а также поврежденные сажистым грибком;
- листья с мелкоточечной пятнистостью на нижней стороне листа;
- целые и ломаные листья длиной менее 3 см;
- листья красноватые и коричневые, а также с высохшими краями или кончиками.

Каждую фракцию взвешивают отдельно.

За результат анализа принимают содержание каждой фракции, вычисленное в процентах от массы средней пробы.

5. Определение влажности лаврового листа

В предварительно взвешенные бюксы отбирают три навески по 3 г каждая и взвешивают.

Бюксы с навесками устанавливают под инфракрасную лампу и высушивают в течение 1 ч. После высушивания бюксы с навесками закрывают крышками, ставят для охлаждения в эксикатор на 15–20 мин и взвешивают.

Взвешивание проводят на аналитических весах с погрешностью не более 0,0002 г.

Влажность лаврового листа (X) в процентах вычисляют по формуле

$$X = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_3} 100,$$

где m_1 – масса бюксы с пробой до высушивания, г; m_2 – масса бюксы с пробой после высушивания, г; m_3 – масса бюксы, г.

За результат анализа принимают среднее арифметическое результатов трех определений, допускаемое расхождение между которыми не должно превышать 0,5 %.

Все полученные результаты определения качества сахара, поваренной соли и пряностей (гвоздики, корицы, лаврового листа) заносят в рабочие тетради в произвольной форме. По желанию студентов могут быть составлены отчетные таблицы.

4. Математическая обработка результатов измерений

4.1. Рассчитать среднее арифметическое значение влажности лаврового листа \bar{X} в исследуемых образцах:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i,$$

где n – число измерений.

4.2. Найти среднее квадратическое отклонение результата измерения:

$$S_{\bar{X}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

4.3. Определить доверительный интервал при вероятности $\alpha = 0,95$:

$$\Delta \bar{X} = t_{\alpha, n} S_{\bar{X}},$$

где $t_{\alpha, n}$ – коэффициент Стьюдента (см. табл.).

N	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$t_{\alpha, n}$	12,7	4,3	3,2	2,8	2,6	2,4	2,4	2,3	2,3

4.4. Округлить результаты определения влажности лаврового листа \bar{X} в соответствии с полученной величиной $\Delta \bar{X}$ и занести их значения в таблицу.

4.5. Найти относительную погрешность измерения $\varepsilon_{\bar{X}}$ (%):

$$\varepsilon_{\bar{X}} = \frac{\Delta \bar{X}}{\bar{X}} 100.$$

5. Оформление работы

Отчет о работе должен содержать:

1. Цель работы.
2. Краткое описание методики эксперимента.
3. Необходимые расчеты.
4. Результаты работы.
5. Расчет погрешности определения влажности лаврового листа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Базарнова Ю.Г., Бурова Т.Е., Марченко В.И.** и др. Биохимические основы переработки и хранения сырья животного происхождения: Учеб. пособие. – СПб.: Проспект Науки, 2011. – 192 с.
2. ГОСТ 17594. Лист лавровый сухой. Технические условия.
3. ГОСТ 29047. Пряности. Гвоздика. Технические условия.
4. ГОСТ 29049. Пряности. Корица. Технические условия.
5. ГОСТ 28561–90. Продукты переработки плодов и овощей. Определение массовой доли влаги в продукте методом высушивания до постоянной массы.
6. ГОСТ 28562–90. Продукты переработки плодов и овощей. Рефрактометрический метод определения растворимых сухих веществ.
7. **Исупов В.П.** Пищевые добавки и пряности. История, состав и применение. – СПб.: ГИОРД, 2000. – 176 с.
8. **Киселева Т.Ф., Помозова Т.А., Гореньков Э.С.** Технология консервирования: Учеб. пособие. – СПб.: Проспект Науки, 2011. – 416 с.
9. **Парамонова Т.Н.** Экспресс-методы оценки качества продовольственных товаров. – М.: Экономика, 1988. – 111 с.
10. Пищевая химия /А.П. Нечаев, С.Е. Траубенберг, А.А. Кочетков и др.; Под ред. А.П. Нечаева. – 5-е изд., испр. и доп. – СПб.: ГИОРД, 2012. – 672 с.
11. **Плешков Б.П.** Практикум по биохимии растений. – 3-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 255 с.
12. **Позняковский В.М.** Экспертиза пищевых концентратов. Качество и безопасность: Учеб.-справ. пособие. 3-е изд., испр. – Новосибирск: Изд-во Сиб. ун-та, 2004. – 224 с. (Экспертиза пищевых продуктов и продовольственного сырья).
13. **Синельников С., Соломоник Т., Лазерсон И.** Специи, приправы, пряности. Придай жизни вкус. – М.: ЗАО «Центрполиграф», 2005. – 349 с.
14. Функциональные продукты питания: Учеб. пособие / Кол. авт. – М.: КНОРУС, 2012. – 304 с.
15. Холодильная технология пищевых продуктов. Ч. III. Биохимические и физико-химические основы: Учеб. для вузов / В.Е. Куцакова, А.В. Бараненко, Т.Е. Бурова, М.И. Кременевская. – СПб.: ГИОРД, 2011. – 272 с.

16. **Щеглов Н.Г.** Технология консервирования плодов и овощей: Учеб.-практ. пособие. – М.: Изд-во «Палеотип»: Изд.-торг. корпорация «Дашков и К^о», 2002. – 380 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3	
ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ВОДЫ И СУХИХ ВЕЩЕСТВ	
В СЫРЬЕ.....	3
1. Теоретические положения	3
2. Материалы и оборудование	16
3. Порядок выполнения работы.....	16
4. Математическая обработка результатов измерений	20
5. Оформление работы	21
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4	
ПРИГОТОВЛЕНИЕ РАСТВОРОВ СОЛИ, САХАРА	
И ПИЩЕВЫХ КИСЛОТ ЗАДАННОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ	
РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА ДИОКСИДА СЕРЫ.....	22
1. Теоретические положения	22
2. Материалы и оборудование	31
3. Порядок выполнения работы.....	31
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5	
ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА СЫРЬЯ, ИСПОЛЬЗУЕМОГО	
В ПИЩЕВОЙ ТЕХНОЛОГИИ	32
1. Теоретические положения	32
2. Материалы и оборудование	40
3. Порядок выполнения работы.....	40
4. Математическая обработка результатов измерений	46
5. Оформление работы	47
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	48



В 2009 году Университет стал победителем многоэтапного конкурса, в результате которого определены 12 ведущих университетов России, которым присвоена категория «Национальный исследовательский университет». Министерством образования и науки Российской Федерации была утверждена программа его развития на **2009–2018 годы**. В 2011 году Университет получил наименование «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики».

ИНСТИТУТ ХОЛОДА И БИОТЕХНОЛОГИЙ



Институт холода и биотехнологий является преемником Санкт-Петербургского государственного университета низкотемпературных и пищевых технологий (СПбГУНиПТ), который в ходе реорганизации (приказ Министерства образования и науки Российской Федерации № 2209 от 17 августа 2011 г.) в январе 2012 года был присоединен к Санкт-Петербургскому национальному исследовательскому университету информационных технологий, механики и оптики.

Созданный 31 мая 1931 года институт стал крупнейшим образовательным и научным центром, одним из ведущих вузов страны в области холодильной, криогенной техники, технологий и в экономике пищевых производств.

В институте обучается более 6500 студентов и аспирантов. Коллектив преподавателей и сотрудников составляет около 900 человек, из них 82 доктора наук, профессора; реализуется более 40 образовательных программ.

Действуют 6 факультетов:

- холодильной техники;
- пищевой инженерии и автоматизации;
- пищевых технологий;
- криогенной техники и кондиционирования;

- экономики и экологического менеджмента;
- заочного обучения.

За годы существования вуза сформировались известные во всем мире научные и педагогические школы. В настоящее время фундаментальные и прикладные исследования проводятся по 20 основным научным направлениям: научные основы холодильных машин и термотрансформаторов; повышение эффективности холодильных установок;

газодинамика и компрессоростроение; совершенствование процессов, машин и аппаратов криогенной техники; теплофизика; теплофизическое приборостроение; машины, аппараты и системы кондиционирования; хладостойкие стали; проблемы прочности при низких температурах; твердотельные преобразователи энергии; холодильная обработка и хранение пищевых продуктов; тепломассоперенос в пищевой промышленности; технология молока и молочных продуктов; физико-химические, биохимические и микробиологические основы переработки пищевого сырья; пищевая технология продуктов из растительного сырья; физико-химическая механика и тепло-и массообмен; методы управления технологическими процессами; техника пищевых производств и торговли; промышленная экология; от экологической теории к практике инновационного управления предприятием.

В институте создан информационно-технологический комплекс, включающий в себя технопарк, инжиниринговый центр, проектно-конструкторское бюро, центр компетенции «Холодильщик», научно-образовательную лабораторию инновационных технологий. На предприятиях холодильной, пищевых отраслей реализовано около тысячи крупных проектов, разработанных учеными и преподавателями института.

Ежегодно проводятся международные научные конференции, семинары, конференции научно-технического творчества молодежи.

Издаются журнал «Вестник Международной академии холода» и электронные научные журналы «Холодильная техника и кондиционирование», «Процессы и аппараты пищевых производств», «Экономика и экологический менеджмент».

В вузе ведется подготовка кадров высшей квалификации в аспирантуре и докторантуре по 11 специальностям.

Действуют два диссертационных совета, которые принимают к защите докторские и кандидатские диссертации.

Вуз является активным участником мирового рынка образовательных и научных услуг.

Бурова Татьяна Евгеньевна

**ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ
ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ**

Лабораторный практикум

Учебно-методическое пособие

Ответственный редактор

Т.Г. Смирнова

Редактор

Р.А. Сафарова

Компьютерная верстка

Н.В. Гуральник

Дизайн обложки

Н.А. Потехина

Подписано в печать 7.07.2014. Формат 60×84 1/16

Усл. печ. л. 3,26. Печ. л. 3,5. Уч.-изд. л. 3,19

Тираж 50 экз. Заказ № С 37

НИУ ИТМО. 197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49
ИИК ИХиБТ. 191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9